

高潮災害リスクに備える ～台風接近時からの防災行動の考察～

竹下哲也・諏訪義雄

1. はじめに

米国の2012年ハリケーン・サンディなど、世界各地で大規模な高潮災害が発生している。日本でも、1959年伊勢湾台風など過去に大規模な高潮災害があり、今なおゼロメートル地帯等の高潮災害リスクが高い地域が存在するが、近年大きな高潮災害が無く危機意識が高まらないこと等から、高潮のハザードマップの整備は進んでいない。

こうした背景から、2015年5月の水防法改正では、都道府県による最大規模の高潮浸水想定区域図の作成並びに当該区域図をもとに市町村による高潮ハザードマップの作成が制度化された。また、同区域内の住民への避難の合図として、高潮特別警戒水位の設定も併せて制度化された。

これらの制度によって、高潮災害時の浸水範囲や警戒水位の周知が期待されるが、高潮災害時は、
1) 浸水だけでなく強風でも避難困難となること
2) 台風経路により高潮の上昇量が異なること
等の特徴があるため、避難等の事前の防災行動の検討にあたっては、強風と高潮の両方を考慮する必要がある。

このため、本研究では、強風・高潮を考慮した事前の防災行動の考察を行ったので、以下に報告する。

2. 強風を考慮した事前の防災行動日米比較

2.1 強風と避難との関係

事前の防災行動の考察に先立ち、強風と避難との関係を表-1のとおり整理した。

10分間平均風速が15m/s以上20m/s未満（瞬間風速では20m/s以上30m/s未満）では「風に向かって歩けなくなり、転倒する人も出る」とされ、屋外での徒歩避難が困難となる。なお、台風に関する気象情報では10分間平均風速15m/s以上は強風域として表示される。

また、首都圏の鉄道各社は瞬間風速20m/s（10

分間平均風速15m/s相当）以上で速度制限や運行停止の規定がある。

人命救助の観点では、消防防災ヘリコプターの救助時の風速制限は10分間平均風速で約15m/s¹⁾であり、それ以上の強風では救助活動はできない。

なお、米国では1分間平均風速が時速39マイル（10分間平均風速換算で約15m/s）となる時間までに避難や救助活動を完了することとしており、当該時間をゼロアワー（0 hour）²⁾と呼んでいる。

このように、10分間平均風速15m/s以上（以下「風速15m/s」という。）では屋外避難や救助が困難となるため、本研究では風速15m/sを屋外避難完了の目安として検討を進めることとした。

2.2 事前の防災行動に係る日米比較結果

水防法に基づく高潮浸水想定区域図の作成過程においては、想定台風で強風を計算し、その計算データから高潮や浸水計算を行う。このため、東京湾を対象に、表-2の想定台風条件で強風・高潮計算を行い、計算データを用いて広域避難等の事前の防災行動についての日米の比較を行った。

その結果、図-1のとおり、想定台風が伊豆半島付近に上陸する4時間前には、東京湾奥は風速15m/s以上となり、屋外避難が困難となることが分かった。

表-1 強風と避難との関係

風 速	状 態
(10分間平均風速) 15～20m/s (瞬間風速) 20～30m/s	「風に向かって歩けなくなり、転倒する人も出る」（気象庁HP） ※台風に関する気象情報：10分間平均風速が15m/s以上→強風域
(瞬間風速) 20m/s～	首都圏における鉄道各社の速度制限や運行停止の基準
(10分間平均風速) 約15m/s	人命救助用の消防防災ヘリコプターの救助時の風速制限
(1分間平均風速) 39マイル/時 (17.4m/s) (10分間平均風速換算で約15m/s)	米国：左記風速となる時点までに避難、救助活動完了 ※10分間平均風速は1分間平均風速の0.88倍

表-2 計算条件

計算モデル	<ul style="list-style-type: none"> ・台風モデル (Myersの式) ・波浪推算 (スペクトル法) ・高潮推算 (非線形長波理論)
想定台風 の条件	<ul style="list-style-type: none"> ・中心気圧：910hpa一定 (室戸台風相当) ・移動速度：73km一定 (伊勢湾台風相当) ・最大旋衡風速半径：75km 一定 ※注) 気圧傾度力と遠心力の釣り合いによる理論上の風速が最大となる半径 (伊勢湾台風相当) ・台風経路：伊勢湾台風平行移動コース (2010年 中央防災会議「大規模水害対策に関する専門調査会報告」と同条件)

また、「内閣府の避難勧告等の判断・伝達マニュアル作成ガイドライン」(以下「ガイドライン」という。)を参考に、図-2のとおり東京湾奥の防災行動を想定し米国のハリケーン・サンディの事例と比較した。米国では風速15m/s以上となる約24時間前に危険箇所の避難命令が出され、風速15m/sとなる約12~15時間前から公共交通機関の停止措置をとっている。これにより公共交

通機関等は浸水しても被害を最小化するための水防対策等を行い早期復旧につなげている。

一方、日本では、ガイドラインにおいて「台風上陸12時間前の高潮特別警報」を避難勧告の判断・発令基準とするとともに、気象庁による「台風上陸24時間前の特別警報発表の可能性言及」の情報に注視し、早めの避難勧告の判断・発表が望ましいとしている³⁾。

このように、高潮浸水想定区域図の作成過程で算出される強風・高潮計算の時系列データの活用により、避難勧告や水防活動等の事前の防災行動のタイミングについて比較検討が可能である。

3. 高潮避難に充当できる時間の検討

3.1 台風経路と潮位の関係

強風で広域避難や屋外避難ができない場合、安全な屋内での垂直避難が考えられるが、その際、

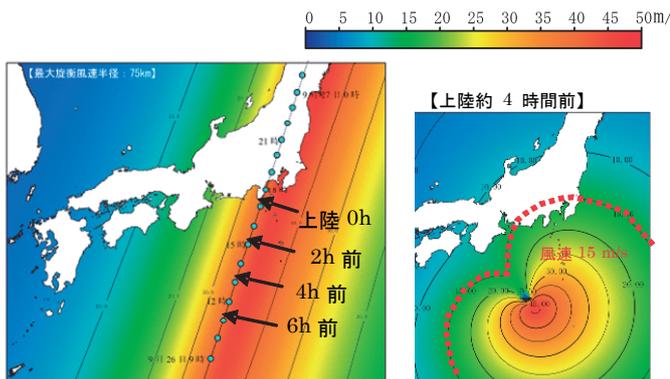


図-1 東京湾奥における想定台風による強風域の計算

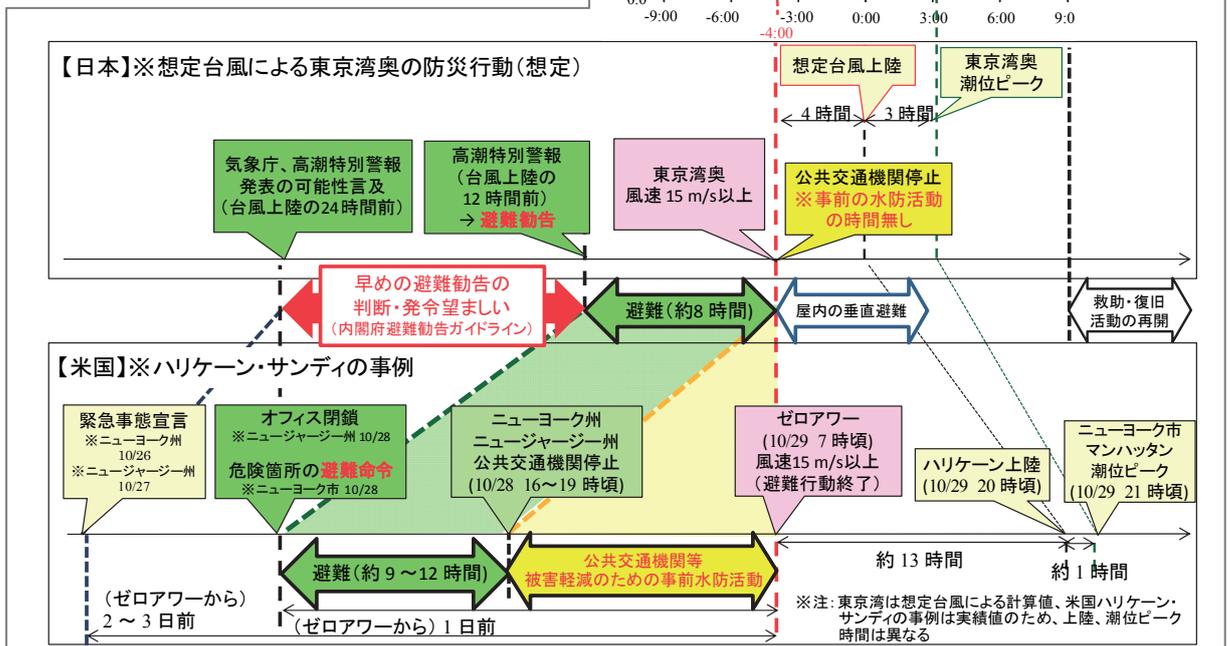
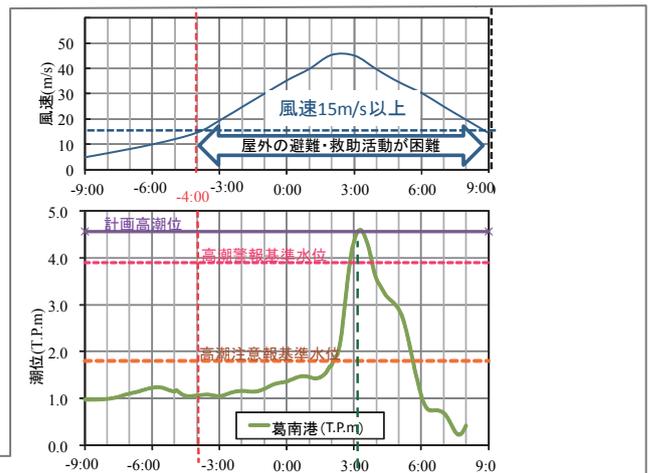


図-2 台風時の事前の防災行動に係る日米比較

水位情報(観測所の潮位)の提供が重要な役割を果たす。

なお、台風経路と対象海岸の位置関係により、高潮の上昇量や浸水リスクは異なる。2015年7月に国が公表した「高潮浸水想定区域図作成の手引き」(以下「手引き」という。)4)では「進入角度の異なる複数の台風経路を平行移動し、想定する台風の経路を複数設定」とされており、強風下での高潮避難に充当できる時間の検討においても同様に複数の台風経路の考慮が必要となる。

3.2 高潮避難に充当できる時間の試算

東京湾奥を対象に強風下での高潮避難に充当できる時間の検討フローを図-3に示す。

まず、複数の台風経路で高潮概略計算(540m格子)結果から東京湾奥で潮位偏差の高い代表地点A(千葉県船橋市)を水位の基準点とし、近くにある潮位観測所を選定した(図-4)。

次に、手引きを参考に、複数の台風経路を選定した(図-5)。当該経路は高潮概略計算で3つの実績台風コース(伊勢湾台風、台風7920号、キティ台風)を経度方向に0.1°(約10km)ずつ平行移動して、各コースで最大の潮位偏差となる経路を選定(図-5赤線)した。また、海岸位置によっては概略計算上の経路が潮位最大と限らないため、選定コースを0.2~0.4°(約20~40km)幅で平行移動し、潮位偏差が約9割となる経路も含め、9経路選定した。そして、9つの台風経路で手引きの想定台風(室戸台風級)を用いて高潮計算(90m格子)を行い(伊勢湾台風平行移動コース2の場合を図-6に示す)、代表地点Aと潮位観測所との潮位相関図を図-7に整理した。

さらに、強風下での高潮避難に充当できる時間を30~60分と仮定(住民への情報伝達に20~30分+垂直避難に10~30分)し、代表地点Aの破堤条件(計画高潮位)到達30分前、60分前の潮位を図-7に記入した。

その結果、「伊勢湾台風平行移動コース2」が、30分間の水位上昇量が最も大きく、破堤条件到達30分前の観測所水位も最小(T.P.2.1m)となった。また、避難に充当できる時間を60分とすると、気象庁の高潮注意報の基準水位に相当し、「空振り」等を考慮すれば、強風下での避難に充当できる時間設定は最大60分までと想定される。

4. まとめ

高潮浸水想定区域図の作成過程で算出される強風・高潮計算データの活用により、事前の防災行動に係る日米比較や、高潮避難に充当できる時間の試算が可能であることを確認した。

なお、米国では2005年のハリケーン・カトリーナの教訓を踏まえシステムティックに早めの避難命令を出すことで住民の自己責任での避難を促す一方、日本では住民・企業活動にも留意しつつ行政側が裁量をもって避難勧告を行うという防災文化の違いがある。

しかしながら、日本でも行政側が裁量を誤ることなく早めの避難勧告や公共交通機関の水防活動を行うためには、こうした比較を通じて米国の事例を参考とすることは有用と考える。

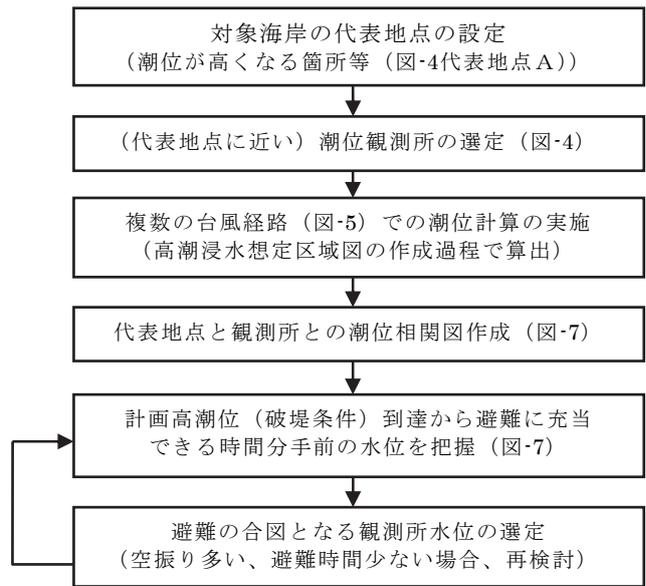
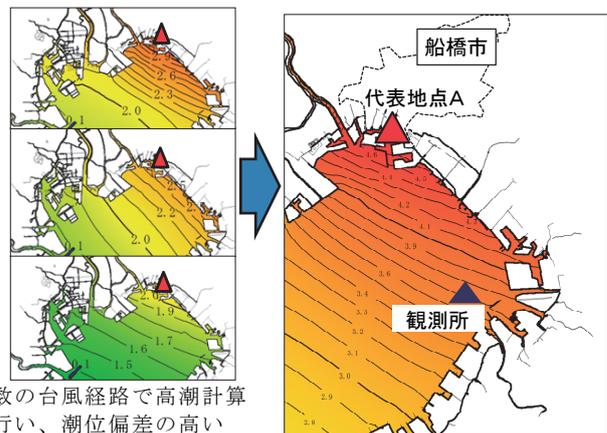


図-3 高潮避難に充当できる時間の検討フロー



複数の台風経路で高潮計算を行い、潮位偏差の高い代表地点A(▲印)を抽出

図-4 観測所、地点Aの位置

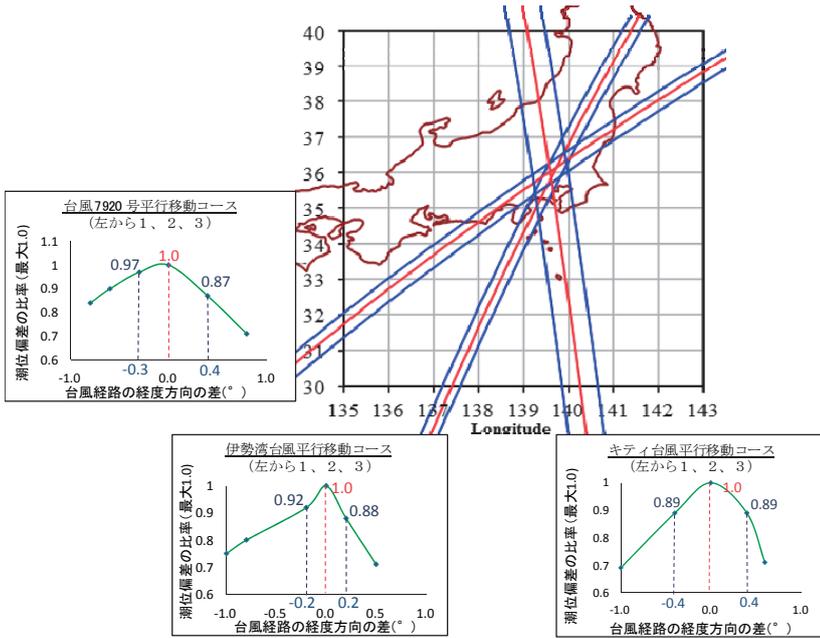


図-5 計算で用いた台風経路

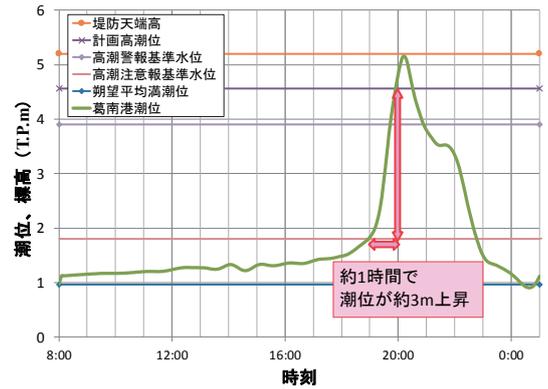


図-6 潮位計算結果 (伊勢湾台風平行移動コース2の場合)

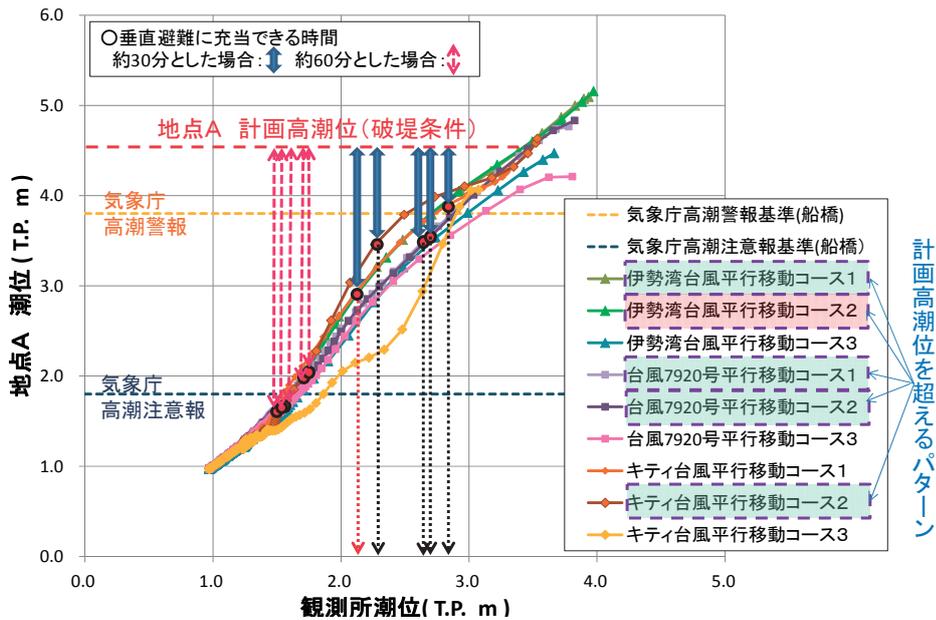


図-7 潮位相関図と高潮避難リードタイムの試算

参考文献

- 1) 消防防災ヘリコプターによる山岳救助のあり方に関する検討会報告書、消防庁、pp.62、123、2010
- 2) 米国ハリケーン・サンディに関する現地調査報告書(第二版)、国土交通省・防災関連学会合同調査団、pp.29、2013
- 3) 避難勧告等の判断・伝達マニュアル作成ガイドライン、内閣府(防災担当)、pp.38~39、2014
- 4) 高潮浸水想定区域図作成の手引き Ver.1.00、農林水産省・国土交通省、pp.11、2015

竹下 哲也



国土交通省国土技術政策
総合研究所河川研究部
海岸研究室 主任研究官
Tetsuya TAKESHITA

諏訪 義雄



国土交通省国土技術政策
総合研究所河川研究部
海岸研究室長
Yoshio SUWA